

**ÇANKIRI KARATEKİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**LADİK GÖLÜ'NÜN (SAMSUN) YÜZEYSEL ALANININ ZAMANSAL VE
MEKANSAL DEĞİŞİMİNİN COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ VE UZAKTAN
ALGILAMA İLE BELİRLENMESİ**

Bekir KILIÇ

TARIM VE YAŞAM BİLİMLERİ ANABİLİM DALI

ÇANKIRI

2020

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Ladik Gölü'nün (Samsun) Yüzeysel Alanının Zamansal ve Mekansal Değişiminin
Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama ile Belirlenmesi

Bekir KILIÇ

Çankırı Karatekin Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarım ve Yaşam Bilimleri Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğretim Üyesi Arda ÖZEN

Bu tez çalışmasının amacı Samsun ili Ladik İlçesinde yer alan ve ülkemizde bulunan 45 adet “Ulusal Öneme Haiz Sulak Alan”dan biri olan Ladik gölünde 1999-2019 yılları arasında su alanında meydana gelen değişimlerin Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Yöntemleri yardımı ile belirlenmesi ve göldeki sorunların giderilebilmesi için alınması gereken yönetim tedbirlerinin belirlenmesidir. Göl alanının hem hesaplanan hem de gözlemlenen değerlere göre tüm yıllar için Mayıs aylarında daha fazla bir alana sahip iken Eylül aylarında göl yüzey alanında küçülme gerçekleştiği belirlenmiştir. 1999-2009 yılları arasında aşırı su kullanımının olmadığı ve su bütçesini dikkate alan su kullanımı sonucu gölün yüzey alanında büyük değişiklikler olmadan varlığını sürdürdüğünü göstermiştir. 2009 yılından sonra özellikle sulama amaçlı aşırı su kullanımı göl yüzey alanında küçülmeye yol açmıştır. Su toplama havzasında arazi kullanımının su varlığına bağlı olarak şekillendiği ve tarım alanlarının artmasının orman varlığına zarar verdiği belirlenmiştir. Ayrıca literatürde mevcut olan farklı su indislerinin göl alanını belirlemedeki performansları da istatistiki olarak belirlenmiştir. AWEInsh indeksi tüm görüntüler bir arada değerlendirildiğinde ve Mayıs aylarına ait görüntüler arasında değerlendirildiğinde istatistiki olarak en başarılı indeks olurken Eylül ayı görüntüleri bir arada değerlendirildiğinde MNDWI indeksi daha başarılı olmuştur. Elde edilen sonuçlar, mevsimsel alansal değişimin yüksek olduğu Ladik gölü gibi göllerde bu çalışmada kullanılan su indislerinin su yönetiminin sürdürülebilir bir şekilde yapılabilmesi ve göldeki değişimlerin gözlenebilmesi için kullanılacak hızlı, ekonomik ve pratik bir metot olarak kullanılabilirliği anlaşılmıştır.

2020, 42 sayfa

Anahtar Kelimeler: Göl Yüzeyi Değişimleri, Su Kaynakları, Landsat Görüntüsü, Su İndisleri

ABSTRACT

Master Thesis

Determination of Spatial and Temporal Surface Area Changes of Lake Ladik (Samsun) with Geographic Information Systems and Remote Sensing Tools

Bekir KILIÇ

Çankırı Karatekin University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Agriculture and Life Sciences

Supervisor: Dr. Öğretim Üyesi Arda ÖZEN

The aim of this study is to determine the spatial and temporal changes between 1999-2019 in the water area of Lake Ladik, which is located in Ladik District of Samsun Province and has the status of National Protected Wetland Area, by using Geographic Information Systems and Remote Sensing Methods. Management measures to be taken in order to overcome the problems in the lake was also evaluated. The surface area of the lake is smaller in September compared to May. No major changes were observed in the lake area between 1999-2009 due to the controlled water management. However, excessive use of water especially for irrigation after 2009 has caused a reduction in the surface area of the lake. Land cover and land use of the area changed according to the the presence of water and the increase in agricultural areas damaged the forest areas. In addition, the performances of the different water indices for determining the lake area available in the literature were determined statistically. The AWEInsh index was the most successful index when all images were evaluated together and evaluated among May images, whereas MNDWI index was more successful when September images were evaluated together. It was understood that the water indices used in this study can be used as a fast, economical and practical method for the sustainable management of water and observation of the spatio temporal changes in the area of lakes such as Ladik lake, where seasonal and annual areal changes are high.

2020, 42 pages

Keywords: Lake Surface Changes, Water Resources, Landsat Imagery, Water Indices

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

“Ladik Gölü’nün (Samsun) Yüzeysel Alanının Zamansal ve Mekansal Değişiminin Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama ile Belirlenmesi” adlı bu çalışma 2018-2020 yılları arasında hazırlanarak Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsüne “Yüksek Lisans Tezi” olarak sunulmuştur. Bu tez çalışmasında Samsun ili Ladik İlçesinde yer alan ve ülkemizde bulunan 45 adet “Ulusal Öneme Haiz Sulak Alan”dan biri olan Ladik gölünün 1999-2019 yılları arasındaki alansal ve zamansal değişiminin ve bunun nedenlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca elde edilen veriler ışığında göletlerle ilgili sorunlara uygun çözüm önerilerinin ortaya konması bu tez çalışmasının bir diğer amacıdır. Bu çalışmanın yürütülmesi sırasında yüksek lisans tezimin başlangıcından bitimine kadar her aşamada beni yönlendiren, dinleyen, değerli birikimlerinden faydalanmamı sağlayan tez danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Arda ÖZEN’ e ve araştırmanın her aşamasında özellikle uzaktan algılama ile ilgili olarak bilgi, öneri ve her türlü yardımını esirgmeden, her zaman büyük bir sabırla destekleyen, Doç. Dr. Alkan GÜNLÜ’ye ve Dr. Öğretim Üyesi Ender Buğday’a teşekkürlerimi sunarım. Tez değerlendirme jürisindeki değerli hocalarım Doç. Dr. Faruk MARAŞLIOĞLU’na ve Doç. Dr. Alkan GÜNLÜ’ye katkı ve önerilerinden dolayı teşekkür ederim. Ayrıca, yüksek lisans öğrenimim süresince, derslerine katıldığım ve değerli görüşleri ile yetişmemizde katkıları olan değerli hocalarım Prof. Dr. Sabit ERŞAHİN’e, Dr. Öğretim Üyesi Bekir CENGİL’e, Dr. Öğretim Üyesi Ender BUĞDAY’a teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca göl ile ilgili veriler konusunda destek sağlayan Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü’ne, Meteoroloji Genel Müdürlüğü’ne, BELDA firması sahibi sayın Cem ATİK ve arkadaşlarım Mustafa ŞAK ve Kürşat ÖZCAN beylere teşekkürlerimi sunarım. Öncelikle bana her zaman güvenen ve gururlu gözlerle bakan, her adımımı hızlandıran ve beni asla yalnız bırakmayan sevgili anneme teşekkürlerimi sunarım. Tezimin her anında yanımda olan, bana destek ve motivasyon sağlayan, bundan sonraki her anımda da yanımda olacaklarını umduğum eşim ve biricik yavruma teşekkürlerimi sunarım.

Bekir KILIÇ

Çankırı 2020

İÇİNDEKİLER

Özet	i
Abstract	ii
Önsöz ve Teşekkür	iii
Simgeler Dizini	v
Çizelgeler Dizini	vi
Şekiller Dizini	vii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	3
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	7
3.1. Araştırma Alanının Genel Tanıtımı	7
3.1.1. Coğrafi konum	7
3.1.2 İklim özellikleri.....	9
3.2. Yöntem.....	11
3.2.1 Kurumlardan Veri Temini.....	11
3.2.2 Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Metotları	11
3.2.2.1 İstatiksel analizler.....	15
4. BULGULAR	16
4.1.1. Topoğrafik karakteristikler.....	16
4.1.1.1. Havza alanı (Büyüklüğü)	16
4.1.1.2. Ortalama eğim	16
4.1.1.3. Havzanın bakı durumu	17
4.1.1.4. Ortalama yükseklik	19
4.1.2. Havza arazi kullanma ve toprak durumu	20
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	26
5.1. Tartışma.....	26
5.2. Sonuç ve Öneriler.....	29
6. KAYNAKLAR	31
7. ÖZGEÇMİŞ.....	34

SİMGELER DİZİNİ

'	: Dakika
"	: Saniye
%	: Yüzde
°C	: Santigrat derece
Sn	: Saniye
Dk	: Dakika
ml	: Mililitre
lt	: Litre
mm	: Milimetre
cm	: Santimetre
m	: Metre
km	: Kilometre
m ²	: Metrekare
km ²	: Kilometrekare
m ³	: Metreküp
ha	: Hektar
vb	: Ve benzeri
vd	: Ve diğerleri
ark	: Arkadaşları
DSİ	: Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
GBS	: Gölet Bilgi Sistemi
SYM	: Sayısal Yükseklik Modeli
SWAT	: Toprak Su Değerlendirme Modeli
ABD	: Amerika Birleşik Devleti
K	: Kuzey
D	: Doğu
AKM	: Askıda Katı Madde
Rpm	: 1 Dakikalık Devir Sayısı
BAP	: Bilimsel Araştırma Projesi
EC	: Elektriksel İletkenlik
UA	: Uzaktan Algılama

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1: Ladik gölünün yüzey alanını belirlemek için kullanılan su indisleri.....	13
Çizelge 3.2. Ladik gölü kot-alan-hacim ilişkisi tablosu.....	14
Çizelge 1.1: Ladik Gölü Su Toplama Havzası eğim sınıflarının alansal dağılımı.....	17
Çizelge 1.2 Ladik Gölü Su Toplama Havzası bakı grupları ve alansal dağılımları.....	18
Çizelge 1.3: Ladik Gölü Su Toplama havzası yükseklik grupları ve alansal dağılımları.....	18
Çizelge 4.4 : Ladik Gölü Su Toplama Havzası arazi kullanım durumunun 1999-2019 yılları arasındaki değişimi.....	22
Çizelge 4.5. Ladik Gölünü Besleyen Akarsu ve Kolları	24
Çizelge 4.6: 1999-2019 yılları arasında farklı indislerce belirlenen Ladik gölü yüzey alanının Mayıs ayı için değişimi.....	25
Çizelge 4.7 : Ladik gölünün 1999,2004,2009,2014 ve 2019 yıllarının Eylül aylarındaki alansal değişimi.....	25
Çizelge 4.8 : Ladik gölünün 1999,2004,2009,2014 ve 2019 yıllarının Mayıs ve Eylül ayları arasındaki % alansal değişim.....	26
Çizelge 4.9: Çalışmada kullanılan su çıkarma endekslerinin RMSE ve % RMSE değerleri.....	26

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1: Ladik Gölü Su Toplama Havzası Araştırma alanı yer bulduru haritası.....	8
Şekil 1.2: Ladik Gölü yüzen adalar ve genel görünüm.....	8
Şekil 3.3: Ladik Gölü yüzeyinin belirlenerek haritalanması için kullanılan akış şeması.....	12
Şekil 1.1: Ladik Gölü Su Toplama Havzası eğim sınıfları haritası.....	17
Şekil 1.2: Ladik Gölü Su Toplama Havzası bakı grupları haritası.....	18
Şekil 1.3: Ladik Gölü Su Toplama Havzası bakı derecesi.....	18
Şekil 1.4: Ladik Gölü Su Toplama Havzası'nın ortalama yüksekliği.....	20
Şekil 4.5: Ladik Gölü Su Toplama Havzası'nın Jeomorfolojik Yapısı.....	21
Şekil 1.6: Ladik Gölü Su Toplama Havzası arazi kullanım durumu.....	22
Şekil 1.7: Ladik Gölü Su Toplama Havzası hidroloji haritası.....	23
Şekil 1.8: Ladik Gölü Su Toplama Havzası Alansal değişim ve değerlendirilmesi.....	24

1. GİRİŞ

Göllerin yüzey alanlarındaki ve su seviyelerindeki değişimlerde genellikle iklimin (sıcaklık ve buharlaşmada artma, yağışların azalması gibi) ve insan kullanımının etkisi (aşırı su kullanımı, arazi kullanımındaki değişim, aşırı nüfus artışı gibi) görülmektedir. Göllerin yüzey alanlarındaki değişimin bilinmesi ile bu kaynakların daha etkin ve sürdürülebilir kullanımı sağlanabilir.

Su kaynaklarının izlenmesi, korunması ve optimum kullanım koşullarının değerlendirilmesi çalışmalarında klasik hidrojeolojik ve hidrolojik yöntemlerin yanı sıra uzaktan algılama (UA) ve coğrafi bilgi sistemleri (CBS) teknolojilerinden de yararlanılmaktadır. Bu teknolojiler, su kaynakları ile ilgili araştırmalarda karar verme ve yönetim konularında önemli altlık oluşturmaktadır. Ayrıca, su kaynaklarındaki zamansal ve mekânsal değişimlerin belirlenmesi ve gerekli önlemlerin alınması aşamasında da uzaktan algılama ve CBS ekonomik, işgücü ve zaman açısından çok önemli avantajlar sağlamaktadır. Söz konusu yöntemler hidrojeoloji ve hidroloji araştırmalarını destekleyerek yararlı bilgilere kısa sürede ulaşmamızı sağlamaktadır.

Günümüzde uzaktan algılama teknolojisini kullanarak yüzey sularının alansal ve zamansal değişimini doğru ve sık bir şekilde tespit edebilmek mümkün hale gelmiştir. Bu amaçla kullanılan İndeks yöntemlerinde çoğunlukla suyu bir eşik değerine göre arka plandan ayıran yüzey suyu tahmini için kullanılmaktadır. Literatürde bu amaçla kullanılan farklı indisler bulunmaktadır: Normalleştirilmiş Fark Bitki Örtüsü Endeksi (NDVI), (Rouse et al., 1973) Normalleştirilmiş Fark Su İndeksi (NDWI), (McFeeters., 1996), Modifiye Normalleştirilmiş Fark Su İndeksi (MNDWI), (Xu., 2006) ve Otomatik Su Çıkarma Endeksi (AWEI) (Feyisa et al., 2014).

Samsun ilinin Ladik ilçesinde bulunan Ladik gölü ülkemizde bulunan 45 adet “Ulusal Öne Sıran Haiz Sulak Alan”dan biridir. Zengin bir biyolojik çeşitliliğe sahip farklı kuş, balık ve bitki türlerine ev sahipliği yapan gölü 2017 yılı itibarı ile kuruma tehlikesi altındadır. Bitkilerin köklerinin su yüzeyinde toplanmasıyla oluşan adacıklar, su

seviyesinin düşmesiyle hareketsiz kalmıştır. Bu durum, yüzen adacıkların varlığını da tehlikeye sokmuştur.

Bu tez çalışmasının amacı 1999-2019 yılları arasında Ladik gölünde su alanı ve seviyesinde meydana gelen değişimlerin Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Yöntemleri yardımı ile belirlenmesi ve göldeki sorunların giderilebilmesi için alınması gereken yönetim tedbirlerinin belirlenmesidir.

Ayrıca literatürde mevcut olan farklı su indislerinin göl alanını belirlemedeki performansları da istatistiki olarak belirlenmiştir.

Bu tez çalışması ile ülkemizdeki benzer sorunlar yaşayan diğer göllerde de uygulanabilecek örnek bir çalışma ortaya çıkmıştır. Bu tez çalışmasının çıktıları ve üretilen verileri, Tarım ve Orman Bakanlığının ilgili birimleri (Türkiye Su Enstitüsü, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü) ve konuda çalışan diğer kurum ve kuruluşlara, havza planlama ve doğal kaynak yönetimi için veri altyapısı olarak fayda sağlayacaktır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Tatlı su tüm canlılar için önemlidir ve en iyi şekilde yararlanmak için bu kaynaklardaki değişimin ve depolanan suyun bilinmesi elzemdir. Literatürde göllerin zamansal ve mekânsal değişimin Uzaktan Algılama metodu ile belirlenmesi ile ilgili pek çok çalışma mevcuttur. Kaynak özetlerinde kullandığımız metodolojiye benzer ve güncel çalışmalara yer verilmiştir.

Ma et al., (2007), Çin'deki Ebinur gölünde 1998-2005 yılları arasında meydana gelen değişimi Landsat uydu görüntülerinde NDVI ve NDWI indisleri ile belirlemişlerdir. Araştırmacılar NDWI indeksinin toprak ve bitki kaynaklı görüntülerdeki kirliliği ortadan kaldırmada daha etkin olduğunu belirtmişlerdir.

Günel ve Özdemir, (2010), İran'daki Neyriz havzasında yer alan Neyriz Göllerinin (Bakhtegan ve Tashk gölleri) 1976-1990-2000 yılları arasındaki yüzey değişimleri belirlenmeye çalışılmıştır.

Du et al., (2012), Çin'in Qingjiang nehir havzasında 1970-2010 yılları arasında meydana gelen yüzey alan değişimlerini Landsat görüntülerini kullanarak NDWI ve MNDWI indisleri ile belirlemişlerdir. NDWI ve MNDWI indislerinin alansal değişimleri belirlemede etkin olduğunu bulmuşlardır.

Lu et al.,(2013), Çindeki Baiyangdian gölünde yaptıkları çalışmada Landsat MSS/TM/ETM+ uydu görüntülerini kullanarak 1973-2011 yılları arasındaki NDWI ve MNDWI indislerini kullanarak alansal değişimi belirleyerek yersel gözlem ile elde edilen verileri kullanarak alansal değişimlerden hacimsel değişimi belirlemişlerdir.

Rokni et al., (2014), dünyanın 20. en büyük gölü olan İran'daki Urmia gölünde 2010-2013 yılları arasında yüzey alanında meydana gelen değişimleri Landsat uydu görüntüleri üzerinde NDWI, MNDWI, NDMI, WRI, NDVI ve AWEI indisleri

kullanarak belirlemişlerdir. Kullanılan indisler içinde NDWI indeksinin en başarılı sonucu verdiğini belirlemişlerdir.

Feyisa et al., (2014) çalışmasında Otomatik Su Çıkarma Endeksi (AWEI) yöntemini geliştirmiştir. Daha önce geliştirilen indislerin düşük tahmin yeteneğine sahip olması, yapıldığı yere ve uydu görüntüsünün kalitesine göre performansının düşük olması gibi sebeplerle yeni bir indeks ihtiyacı olduğunu belirtmiştir. Bu yeni indisle bulutlu ve gölgeli alanlarda tahmin başarısının daha da arttığını belirtmiştir. Danimarka,İsviçre, Etopya, Güney Afrika ve Yeni Zelanda’da farklı su kitlelerinde bu yeni indisi denemiş ve başarılı sonuçlar aldıklarını belirtmişlerdir.

Zhai et al., (2015) farklı su çıkarma indekslerinin performansını Landsat uydu görüntüleri üzerinde Çin’deki iki farklı gölde değerlendirmişlerdir. NDVI, NDWI, MNDWI ve AWEI indislerinin performansları değerlendirilmiş ve AWEI ve MNDWI indekslerinin daha başarılı olduğunu belirtmişlerdir.

Kaplan ve ark., (2016), Akşehir Gölü’nde zamana bağlı kuraklık izlemesi yapmak amacıyla Landsat görüntülerini kullanarak NDWI ve NDVI indislerini kullanarak alansal değişimi belirlemişlerdir.

Sarp ve Özçelik (2017), 1987-2011 yılları arasında Burdur gölünde alansal olarak meydana gelen değişimleri Landsat TM ve ETM+ uydu görüntülerini kullanarak Normalleştirilmiş Fark Su İndeksi (NDWI), Modifiye Normalleştirilmiş Fark Su İndeksi (MNDWI) ve Otomatik Su Çıkarma Endeksi (AWEI) yöntemleri ile belirlemiştir. MNDWI metodu en başarılı şekilde Burdur gölündeki alansal değişimi belirlemiştir.

Deng et al., (2017), 1987-2015 yılları arasında Çin’in Wuhan bölgesindeki göllerde meydana gelen değişimi Landsat TM/ETM+/OLI görüntülerini kullanarak MNDWI, NDWI, EVI, NDVI ve NDMI indisleri ile belirlemiştir. Araştırmanın sonuçları kullanılan metodun göllerin korunması ve su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımında başarılı bir şekilde kullanılabileceğini göstermiştir.

Zhou et al., (2017) , Çin'in en büyük gölü olan Poyang gölünün Landsat uydu görüntüleri üzerinde farklı su indislerinin (NDWI, MNDWI ve AWEI) performanslarını değerlendirmiş ve NDWI indeksinin daha başarılı olduğunu bulmuşlardır.

Liu et al., (2018), Çin'in Xinjiang bölgesindeki göllerdeki 1970-2010 yılları arasındaki değişimi NDWI indeksi ile belirlemiştir. Araştırmacılar bu indeksi hızlı ve güvenilir bir şekilde göllerin yüzey alanlarını belirlemede etkin bir metot olduğu için tercih ettiklerini belirtmişlerdir. Alansal değişimlerin genellikle yağışlardaki azalma ve sıcaklıklardaki artış ile ilişkili olduğunu ortaya koymuşlardır.

Acharya et al., (2018), Nepal'deki bir gölde yaptıkları çalışmada farklı indislerin (NDWI, MNDWI, NDVI, AWEI) yüzeysel su alanını belirlemedeki başarısını değerlendirmişlerdir. Tek bir indeks yerine farklı indekslerin birbiri ile kombine edilmesinin daha başarılı sonuçlar verdiklerini bulmuşlardır.

Jin-Ming et al., (2019), Çin'in Xinjiang bölgesindeki göllerde 2000-2017 yılları arasında alansal olarak meydana gelen değişimleri ve nedenlerini araştırmışlardır. Landsat uydu görüntüleri üzerinde NDWI indeksini kullanmışlardır. Göllerdeki değişimlerin iklimsel değişikliklerin yanında daha çok tarımsal kaynaklı aşırı su kullanımına dayandığını ortaya koymuşlardır.

Gülci ve ark., (2019), Aslantaş baraj gölünün uydu görüntüsü yardımıyla haritalanması ve çalışma alanında meydana gelen arazi örtüsü zamansal değişimi değerlendirmişlerdir. Çalışmada Haziran 2000 ve Temmuz 1989, 2010 ve 2017 yıllarına ait Landsat uydu görüntüleri kullanılarak MNDWI ve NDVI indisleri ile su yüzey alanı değişimi ve su-bitki etkileşimlerini değerlendirilmiştir. MNDWI ve NDVI tarafından analiz edilen su yüzey alanı değişim eğilimi benzerlik göstermiştir, ancak hesaplanan arazi yüzey alanlarının büyüklüğü farklılıklar göstermiştir.

Özelkan (2019), Çanakkale Merkez İlçe sınırlarında bulunan ve bölgenin tek su kaynağı olan Atikhisar Baraj Gölü su alanının 1984-2018 yılları arasındaki yıllık zamansal

değişimi uydudan uzaktan algılama görüntüleri ile NDWI indeksi ile belirlenmiş ve meteorolojik kuraklığın bu değişime etkisi araştırılmıştır.

Mutlu ve ark., (2020), Akşehir Gölü'nde zamana bağlı olarak meydana gelen değişimlerin uydu görüntüleri ve uzaktan algılama yöntemleri kullanılarak belirlenmesi amacıyla 1995, 2010 ve 2018 yıllarına ait LANDSAT görüntülerini kullanarak NDWI, MNDWI ve NDWIGAO bant oranlama yöntemlerini uygulamıştır. Çalışmanın sonucunda Akşehir Gölü'nün 23 yıllık değişimi tespit edilmiş ve yöntem karşılaştırması yapılmıştır.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

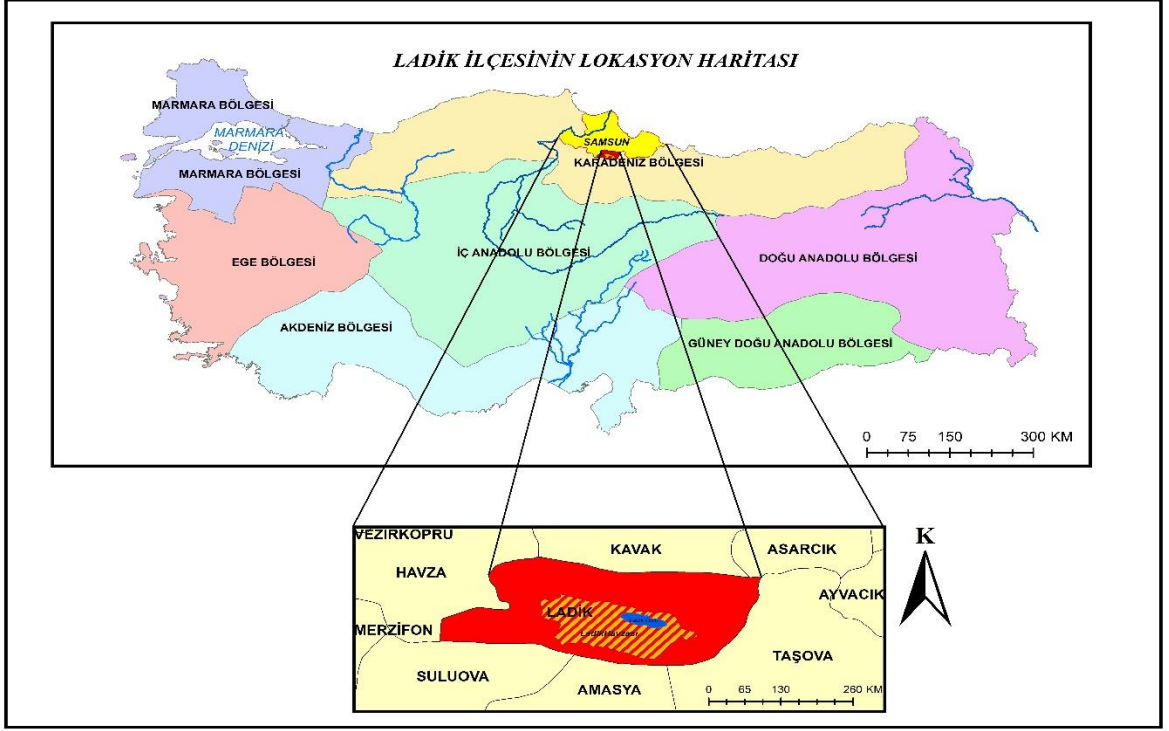
3.1. Araştırma Alanının Genel Tanıtımı

3.1.1. Coğrafi Konum

Lâdik Gölü, Samsun ilinin güney batısında ve 40° 50' - 41° 00' kuzey enlemi, 35° 58' 35° 40' - 36° 05' doğu boylamları arasında Yeşilirmak Havzası sınırları içerisinde bulunmaktadır (Şekil 3.1). Lâdik ilçesinin doğusunda, ilçeye 10 km uzaklıkta olan göl, Akdağ'dan gelen Çakırgümüüş ve Küpecik dereleri ile beslenir ve fazla sularını Yeşilirmak Nehri'ne dökülen Tersakan Deresi'ne boşaltır. Elips şekline benzeyen gölün uzunluğu 5 km, genişliği 2 km, derinliği 2,5-6 m ve rakımı 867 m'dir (Apaydın Yağcı vd. 2015). Tektonik Lâdik depresyonu içerisinde yer alan göl, ötrofik olarak sınıflandırılmaktadır (Bulut 2012; Apaydın Yağcı vd. 2015).

Lâdik Gölünü besleyen ana akarsular; Lâdik Gölü doğu kısmından giriş yapan Küpecik deresi, Gölün güneybatısından giriş yapan Aşağı Gölyazı deresi, Göl batısı Lâdik yerleşimi tarafından gelen yüzey suyu ise drenaj kanalları ile ıslah edilerek göle boşalımı sağlanmıştır. Göl kuzeyinde ise DSİ tarafından inşası yapılmış Lâdik regülatörü ile göl çıkışından Tersakan çayına boşalım sağlanmaktadır.

Lâdik Gölü sulak alanı hidrolojik yapısı görselliği, balıkçılık faaliyetleri ve turizm bölgesi olma özelliği ile ülkemizdeki değerli sulak alanlardan birisi konumundadır. Lâdik Gölü, barındırdığı hayvan ve bitkilerin yanı sıra üzerinde yüzen adacıkları (Şekil 2) ve zengin torf madeni ile son derece ilgi çekici doğal sit alanları arasındadır (Bulut 2012).



Şekil 3.1: Araştırma alanı yer bulduru haritası



Şekil 3.2: Ladik Gölü yüzen adalar ve genel görünüm

1933 yılında Devlet Su İşleri'nce göl yatağının ıslahı çalışmaları için çeşitli incelemeler yapılmış, bu incelemeler sonucunda 1951 yılında Mazlumoğlu ve Kıranboğaz Köyleri arasında, Tersakan Irmağı'nın başlangıç yerine Regülatör yapılarak göl suyunun düzenli bir şekilde akması sağlanmıştır. Sonrasında 1973 yılında Devlet Su İşleri tarafından hazırlanan "Ladik Gölü'nün Islahı Planı" tamamlanmış ve 1986 yılında regülatör yapısı yenilenecek ıslah çalışmalarına başlanmıştır. Bu çalışmalar sonucunda Ladik Gölü,

Amasya'nın Suluova ilçesi topraklarını sulamak için yapılan Yedikır Baraj Gölü'nün yedek su deposu görevini üstlenmiştir. Ladik Gölü çıkış noktası olan Tersakan Çayı üzerine yapılmış olan regülatör ile DSİ 7. Bölge Müdürlüğü (Samsun) tarafından Suluova'nın sulaması yapılmakta olup, regülatör faaliyete geçtikten sonra Ladik Gölü bir sulak özelliğinden çok yüzey suyu depolama alanı olarak kullanılmaktadır. Göl suyu ile yaklaşık 88.000 dekarlık arazi sulanmakta olup sulama mevsimi öncesinde su düzeyi yükseltilmekte ve ihtiyaca göre akan su miktarı regülatör vasıtasıyla azaltılıp çoğaltılabilmektedir. Ladik Gölü aynası mevsimsel olarak değişkenlik göstermekte olup Mart-Mayıs aylarında maksimum alana sahip ile Temmuz-Eylül aylarında kurak döneme bağlı olarak alanı daralmaktadır. Bu alanı değişimine bağlı olarak özellikle kurak dönemlerde gölün batı kısmında oluşan bataklık alanda mera faaliyetleri ile hayvancılık yapılmaktadır (DKMPGM, 2017).

Göl üzerinde şimdiye kadar yapılan bilimsel çalışmalarda göl içindeki farklı canlı grupları çalışılmıştır: epilitik diatomlar (Maraşlıoğlu et al., 2001), fitoplankton (Maraşlıoğlu et al., 2005; Maraşlıoğlu et al., 2013), zooplankton (Yağcı et al., 2015), balık faunası (Uğurlu et al., 2009; Yazıcı et al., 2014; Polat et al., 2015; Yılmaz et al., 2015).

3.1.2 İklim özellikleri

Gölün bulunduğu Ladik ilçesinde yüksekliğe bağlı olarak ağır kış koşulları hakimdir. Ladik Meteoroloji İstasyonu verilerine göre yağışların büyük bir bölümü kış ve ilkbahar aylarında düşmektedir.

Ladik Gölü'ne en yakın meteoroloji istasyonu olan Ladik Meteoroloji İstasyonuna ait 1978-1998 ve 2013-2016 Yılları Arası Veriler kullanılarak uzun yıllar ortalaması tespit edilmiştir.

Aylık ortalama sıcaklıkların ortalaması 9,6 °C dir. Aylık ortalama sıcaklıklar kışın 0,9 °C ve 2,3 °C arasında, yazın ise aylık ortalama sıcaklıklar 18 °C ye kadar yükselmektedir. Aylık ortalama sıcaklıklarda en düşük değere Ocak ayında, en yüksek değere Ağustos ayında ulaşılmaktadır. Ladik Meteoroloji İstasyonunda kaydedilen aylık

minimum sıcaklık -19,1 °C ile Şubat ayında, aylık maksimum sıcaklık ise 37,3 °C ile Temmuz ve Eylül aylarında ölçülmüştür. Aynı istasyondan kaydedilen günlük minimum sıcaklıkların aylık ortalaması 8,6 °C, günlük maksimum sıcaklıkların ortalaması 18,5 °C'dir.

Aylık toplam yağış ortalamasının yıllık toplamı 656,3 mm'dir. Aylık en yüksek yağış miktarı 71,1 mm ile Ekim ayında, en düşük yağış miktarı ise 18,3 mm ile Ağustos ayında görülmektedir. Verilere göre yağış en fazla ilkbahar mevsiminde düşmektedir. Kış ve sonbahar yağışları birbirine yakındır. Yaz mevsimi ise en az yağış alan mevsimdir.



3.2. Yöntem

Kurumlardan elde edilen veriler ile uydu görüntülerinden elde edilen veriler kullanılarak gölün alanındaki zamansal ve mekânsal değişimler ile nedenleri belirlenmeye çalışılmıştır.

3.2.1 Kurumlardan Veri Temini

Gölün yüzey alanında değişikliklerinin olası nedenlerine karar verebilmek için iklim verileri, topografya verileri ve arazi kullanım değişimi verileri kullanılmıştır.

Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğünden gölün kot-alan-hacim tablosu, 1/25000 ölçekli topografya haritası ve gölün su seviyesi ölçüm verileri temin edilmiştir.

Meteoroloji Genel Müdürlüğünden iklimsel veriler (Göle en yakın Ladik meteoroloji istasyonundan sıcaklık, yağış, buharlaşma vb.) temin edilmiştir.

Araştırma alanının su yüzey alanı hesaplanmasında kullanılan uydu görüntüleri <https://earthexplorer.usgs.gov/> adresinden araştırma amaçlı olarak temin edilmiştir. Kullanılan uydu görüntülerinin çözünürlüğü 30 m olup, çalışma alanının bulutsuzluk durumu göz önüne alınarak analiz edilmeye uygun görüntüler kullanılmıştır.

3.2.2 Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Metotları

1999, 2004,2009, 2014 ve 2019 yıllarına ait uydu görüntüleri çalışmanın veri setini oluşturmuş ve bu görüntüler üzerinde göl alan değişim hesaplamaları yapılmıştır. Her yıl için su seviyesinin yüksek olduğu Mayıs ve en düşük olduğu Eylül ayı görüntüleri seçilerek alandaki değişimin mevsimsel ve yıllar arasındaki değişimi belirlenmeye çalışılmıştır.

Kullanılan yöntemler Şekil 3.3’de akış diyagramı şeklinde özetlenmiştir.



Şekil 3.3: Göl yüzey alanının belirlenerek haritalanması için kullanılan iş akış şeması

Görüntü işleme ve uzaktan algılama analizleri için ArcGIS 10.6.1 yazılımı kullanılmıştır. Toplanan verilerin üzerinde, yazılım aracılığıyla atmosferik düzeltme işlemi uygulanmıştır. Sonrasında ekte Çizelge 3.1’de hesaplamaları verilen farklı su indisleri ile Ladik gölü su yüzey alanları ve bitki örtüsü değişim analizleri gerçekleştirilmiştir. İndeks hesabında kullanılan bant oranlama formülleri ArcGIS 10.6.1 yazılımı yardımıyla gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3. 1: Ladik gölünün yüzey alanını belirlemek için kullanılan su indisleri

İndeks	Eşitlik	Su değeri	Kaynak
$AWEI_{sh}$	$Mavi + 2.5 X Yeşil - 1.5 X (NIR + SWIR1) - 0.25 X SWIR2$	Pozitif	Feyisa et al. (2014)
$AWEI_{nsh}$	$4 X (Yeşil - SWIR1) - (0.25 X NIR + 2.75 X SWIR1)$	Pozitif	Feyisa et al. (2014)
MNDWI	$(Yeşil - MIR) / (Yeşil + MIR)$	Pozitif	Xu (2006)
NDWI	$(Yeşil - NIR) / (Yeşil + NIR)$	Pozitif	McFeeters (1996), (2013)
NDVI	$(NIR - Kırmızı) / (NIR + Kırmızı)$	Negatif	Rouse et al. (1973)

Çalışma alanına ait orman amenajman planındaki mescere tipleri haritasından yararlanılarak CBS yardımıyla arazi kullanım sınıfları haritası oluşturulmuştur. Elde edilen arazi kullanım sınıfları yersel veri olarak kullanılarak çalışma alanına ait 1999, 2004, 2009, 2014 ve 2019 yıllarına ait landsat uydu görüntüleri kontrollü sınıflandırmaya tabi tutulmuştur. Sınıflandırma sonucunda elde edilen raster veri formatındaki sınıflandırılmış görüntüler vektör formatına çevrilmiştir. Daha sonra CBS kullanılarak her bir yıla ait sınıflandırılmış görüntülerden arazi kullanım sınıflarına ilişkin alan miktarları elde edilmiştir. Her bir arazi kullanım sınıfına ilişkin yıllara göre elde edilen değerler dikkate alınarak arazi kullanım sınıflarında 5 yıllık periyotlar şeklinde meydana gelen değişimler ortaya koyulmuştur.

DSİ 7. Bölge Samsun Etüt Plan Dairesi tarafından yapılan batimetri çalışması sonucu oluşturulan derinlik değerlerine karşı göl alanı ve göl alanına bağlı göl hacim değerlerini içeren tablo ve gölün alanda ölçülen su seviye kotları kullanılarak her bir yıla karşılık gelen gölün gerçek alanı belirlenmiştir. Aşağıda DSİ 7. Bölge Samsun Etüt Plan Dairesi tarafından yapılmış olan kot-alan-hacim ilişkisi tablosu kullanılmıştır.

Çizelge 3.2. Ladik gölü kot-alan-hacim ilişkisi tablosu (Kaynak: DSİ 7. Bölge Samsun Etüt Plan Dairesi)

LADİK GÖLÜ KOT ALAN HACİM İLİŞKİSİ											
Derinlik	Alan	Hacim (hm ³)									
		0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
m	km ²										
861,00	2,100000	0,400	0,431	0,462	0,493	0,524	0,555	0,586	0,617	0,648	0,679
10	2,330000	0,710	0,741	0,772	0,803	0,834	0,865	0,896	0,927	0,958	0,989
20	2,560000	1,020	1,051	1,082	1,113	1,144	1,175	1,206	1,237	1,268	1,299
30	2,790000	1,330	1,361	1,392	1,423	1,454	1,485	1,516	1,547	1,578	1,609
40	3,020000	1,640	1,671	1,702	1,733	1,764	1,795	1,826	1,857	1,888	1,919
50	3,250000	1,950	1,981	2,012	2,043	2,074	2,105	2,136	2,167	2,198	2,229
60	3,480000	2,260	2,291	2,322	2,353	2,384	2,415	2,446	2,477	2,508	2,539
70	3,710000	2,570	2,601	2,632	2,663	2,694	2,725	2,756	2,787	2,818	2,849
80	3,940000	2,880	2,911	2,942	2,973	3,004	3,035	3,066	3,097	3,128	3,159
90	4,170000	3,190	3,221	3,252	3,283	3,314	3,345	3,376	3,407	3,438	3,469
862,00	4,400000	3,500	3,542	3,584	3,626	3,668	3,710	3,752	3,794	3,836	3,878
10	4,755500	3,920	3,962	4,004	4,046	4,088	4,130	4,172	4,214	4,256	4,298
20	5,111000	4,340	4,382	4,424	4,466	4,508	4,550	4,592	4,634	4,676	4,718
30	5,466500	4,760	4,802	4,844	4,886	4,928	4,970	5,012	5,054	5,096	5,138
40	5,822000	5,180	5,222	5,264	5,306	5,348	5,390	5,432	5,474	5,516	5,558
50	6,177500	5,600	5,642	5,684	5,726	5,768	5,810	5,852	5,894	5,936	5,978
60	6,533000	6,020	6,062	6,104	6,146	6,188	6,230	6,272	6,314	6,356	6,398
70	6,888500	6,440	6,482	6,524	6,566	6,608	6,650	6,692	6,734	6,776	6,818
80	7,244000	6,860	6,902	6,944	6,986	7,028	7,070	7,112	7,154	7,196	7,238
90	7,599500	7,280	7,322	7,364	7,406	7,448	7,490	7,532	7,574	7,616	7,658
863,00	7,955000	7,700	7,809	7,918	8,027	8,136	8,245	8,354	8,463	8,572	8,681
10	8,139500	8,790	8,899	9,008	9,117	9,226	9,335	9,444	9,553	9,662	9,771
20	8,324000	9,880	9,989	10,098	10,207	10,316	10,425	10,534	10,643	10,752	10,861
30	8,508500	10,970	11,079	11,188	11,297	11,406	11,515	11,624	11,733	11,842	11,951
40	8,693000	12,060	12,169	12,278	12,387	12,496	12,605	12,714	12,823	12,932	13,041
50	8,877500	13,150	13,259	13,368	13,477	13,586	13,695	13,804	13,913	14,022	14,131
60	9,062000	14,240	14,349	14,458	14,567	14,676	14,785	14,894	15,003	15,112	15,221
70	9,246500	15,330	15,439	15,548	15,657	15,766	15,875	15,984	16,093	16,202	16,311
80	9,431000	16,420	16,529	16,638	16,747	16,856	16,965	17,074	17,183	17,292	17,401
90	9,615500	17,510	17,619	17,728	17,837	17,946	18,055	18,164	18,273	18,382	18,491
864,00	9,800000	18,600	18,637	18,674	18,711	18,748	18,785	18,822	18,859	18,896	18,933
10	9,940000	18,970	19,007	19,044	19,081	19,118	19,155	19,192	19,229	19,266	19,303
20	10,080000	19,340	19,377	19,414	19,451	19,488	19,525	19,562	19,599	19,636	19,673
30	10,220000	19,710	19,747	19,784	19,821	19,858	19,895	19,932	19,969	20,006	20,043
40	10,360000	20,080	20,117	20,154	20,191	20,228	20,265	20,302	20,339	20,376	20,413
50	10,500000	20,450	20,487	20,524	20,561	20,598	20,635	20,672	20,709	20,746	20,783
60	10,640000	20,820	20,857	20,894	20,931	20,968	21,005	21,042	21,079	21,116	21,153
70	10,780000	21,190	21,227	21,264	21,301	21,338	21,375	21,412	21,449	21,486	21,523
80	10,920000	21,560	21,597	21,634	21,671	21,708	21,745	21,782	21,819	21,856	21,893
90	11,060000	21,930	21,967	22,004	22,041	22,078	22,115	22,152	22,189	22,226	22,263
865,00	11,200000	22,300	22,487	22,674	22,861	23,048	23,235	23,422	23,609	23,796	23,983
10	11,320000	24,170	24,357	24,544	24,731	24,918	25,105	25,292	25,479	25,666	25,853
20	11,440000	26,040	26,227	26,414	26,601	26,788	26,975	27,162	27,349	27,536	27,723
30	11,560000	27,910	28,097	28,284	28,471	28,658	28,845	29,032	29,219	29,406	29,593
40	11,680000	29,780	29,967	30,154	30,341	30,528	30,715	30,902	31,089	31,276	31,463
50	11,800000	31,650	31,837	32,024	32,211	32,398	32,585	32,772	32,959	33,146	33,333
60	11,920000	33,520	33,707	33,894	34,081	34,268	34,455	34,642	34,829	35,016	35,203
70	12,040000	35,390	35,577	35,764	35,951	36,138	36,325	36,512	36,699	36,886	37,073
80	12,160000	37,260	37,447	37,634	37,821	38,008	38,195	38,382	38,569	38,756	38,943
90	12,280000	39,130	39,317	39,504	39,691	39,878	40,065	40,252	40,439	40,626	40,813

3.2.2.1 İstatiksel analizler

Kök Ortalama Kare Hatası (RMSE) kullanılarak su endekslerinin performansının doğrulanması gerçekleştirilmiştir. Uydudan türetilen alan tahminleri yerel gözlemlerle karşılaştırılmıştır. Su indeksleri tarafından tahmin edilen değerler ile gerçek değerler arasındaki farkı ölçmek için ortalama karekök hatası (RMSE) kullanıldı. Bireysel farklılıklar, yani artıklar, RMSE tarafından tek bir tahmin gücü ölçümünde toplandı. RMSE değerleri aşağıdaki gibi hesaplanmıştır:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Xw, i - Xobs, i)^2}{n}}$$

burada $Xobs, i$, ilgili yılın gözlenen değerini ve Xw, i ilgili yıla ait öngörülen değeri temsil eder. Veri sayısı n ile temsil edilir. RMSE % ise aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$RMSE \% = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Xw, i - Xobs, i)^2}{n}} \times 100$$

Her bir indeks ve yıl için çıkarılan su alanı (S_e) ile gözlemlenen su alanı (S_a) arasındaki hatayı hesaplamak için göreceli hata (R) kullanılmıştır.

$$R = \frac{(S_e - S_a)}{S_a} \times 100\%$$

4. BULGULAR

4.1.1. Topoğrafik karakteristikler

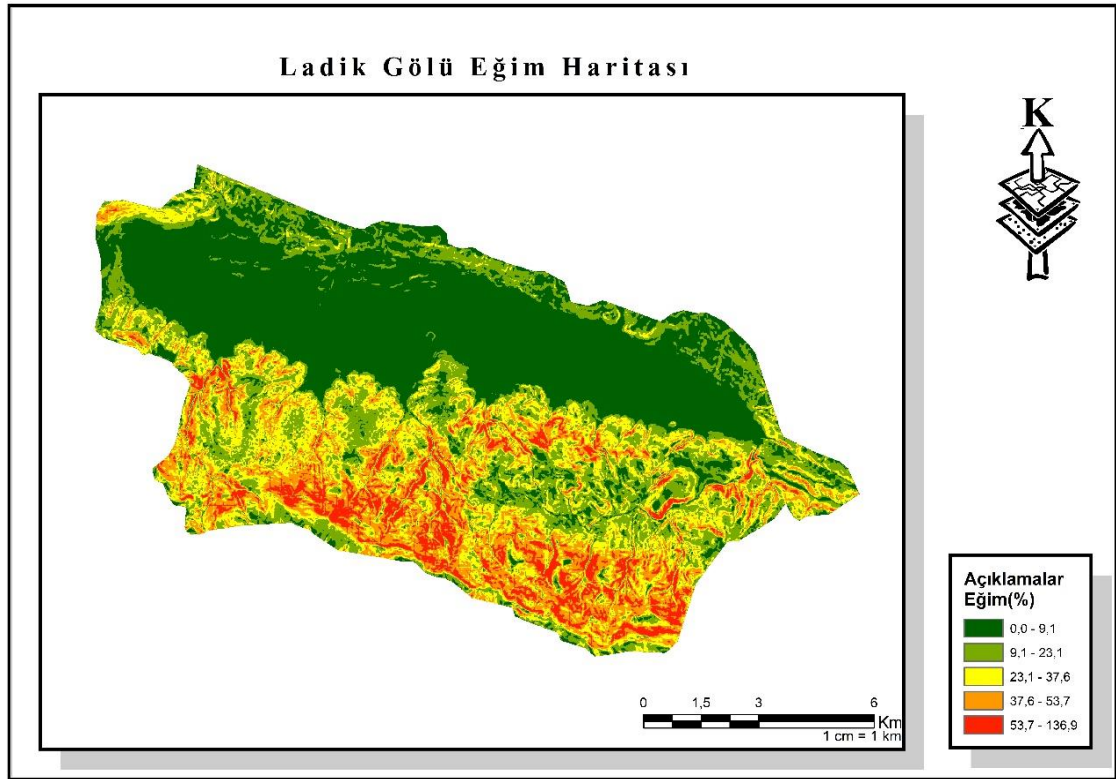
4.1.1.1. Havza alanı (Büyükülüğü)

Lâdik gölü su toplama havzasının alanı 2019 yılı verilerine göre 140,81 km² olarak ölçülmüştür. “VidMann (1966) sınıflama sistemine göre >100 km² havzalar Çok Büyük Havzalar sınıfına girmektedir. (Özhan 2004).

4.1.1.2. Ortalama eğim

Lâdik gölü su toplama havzasına ait eğim sınıfları Çepel (1986)'e göre sınıflandırılmıştır.

Lâdik Gölü havzasının ortalama eğimi %20.40 olarak ölçülmüş olup bu eğim havzanın çok eğimli havza yapısına sahip olduğunu gösterir. Havzadaki eğim sınıflarının kapladıkları alan ve yüzde oranları Çizelge 4.1 de verilmiştir. Havzadaki eğim sınıfları içinde düz alanlar %18.3 ile en fazla alana sahiptir. Bununla birlikte havzanın güney kısımlarında eğimin fazla olduğu görülmektedir.



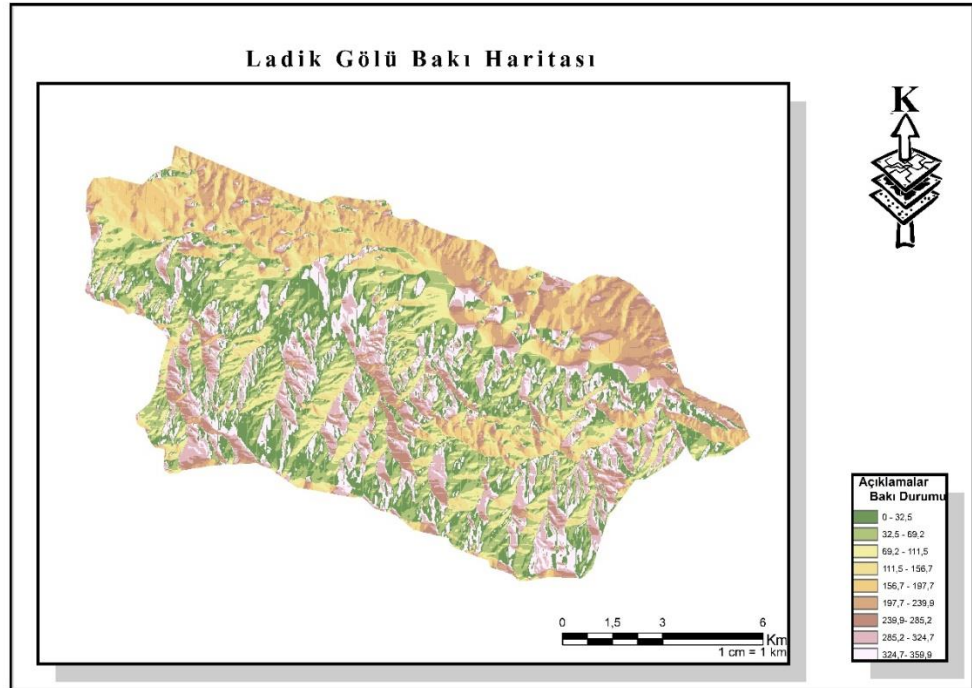
Şekil 4.1: Ladik Gölü su toplama havzası eğim sınıfları haritası

Çizelge 4.1: Ladik Gölü su toplama havzası eğim sınıflarının alansal dağılımı (ha, %)

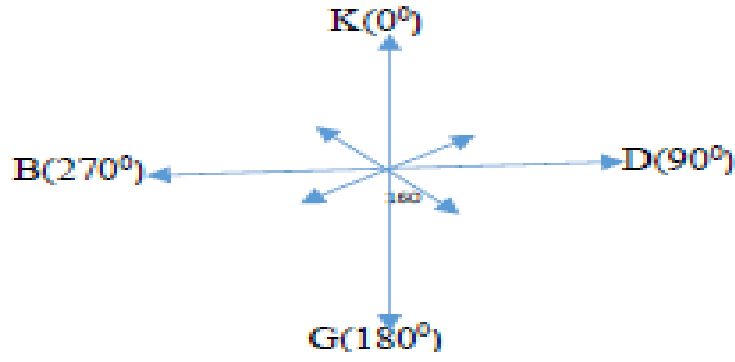
Eğim sınıfları (%)	Alan (ha)	Alan (%)
0-2 (Düz)	2577,6	18,3
2-5 (Az eğimli)	1569,2	11,1
5-10 (Orta Eğimli)	2000,3	14,2
10-20 (Çok Eğimli)	1814,2	12,9
20-30 (Dik Eğimli)	1971,9	14,0
30-45 (Sarp)	2283,0	16,2
45+ (Pek Sarp)	1866,9	13,3
Toplam	14083	100

4.1.1.3. Havzanın bakı durumu

Bakı durumu havzanın erozyon duyarlılığı hakkında bilgi sahibi olmamızı sağlar. Coğrafi Bilgi Sisteminde topoğrafik haritalar kullanılarak sayısal verilerin elde edilmesiyle ve oluşturulan SYM (Sayısal Yükseklik Modeli) haritaları kullanılarak havzanın bakı durumu belirlenmiştir.



Şekil 4.2: Ladik Gölü Havzası bakı grupları haritası



Şekil 4.3: Ladik Gölü Havzası bakı derecesi

Çizelge 4.2’ de Ladik gölü su toplama havzasının bakı grupları, bu grupların alansal dağılımları ve alan içerisinde yüzde dağılımları gösterilmiştir. havzanın eğimli ve kırıklı bir yapıda olması nedeniyle, alansal olarak en az alanı düz bölgeler oluşturmaktadır. Bu bakı haritasında Şekil 4.2’de ve Çizelge 4.2: de açıkça görülmektedir.

Ladik Gölü su toplama havzasının genel bakısında Güney yönü baskın olarak görülmektedir. Bütün veriler eşit kabul edildiğinde havza topraklarının güney bakıda bulunması kuzey bakı grubunda yer alan havzalara nispeten havza topraklarının erozyona daha duyarlı olduğunu göstermektedir. Ancak bölgenin yükselti faktörü nedeniyle erozyon riski yüksek bölgedir. Gölün güneyindeki orojenik yapının bakı durumu kuzey yönünde bulunan Ladik Gölüne bakmaktadır

Çizelge 4.2.Ladik Gölü su toplama havzası bakı grupları ve alan dağılımları (ha,%)

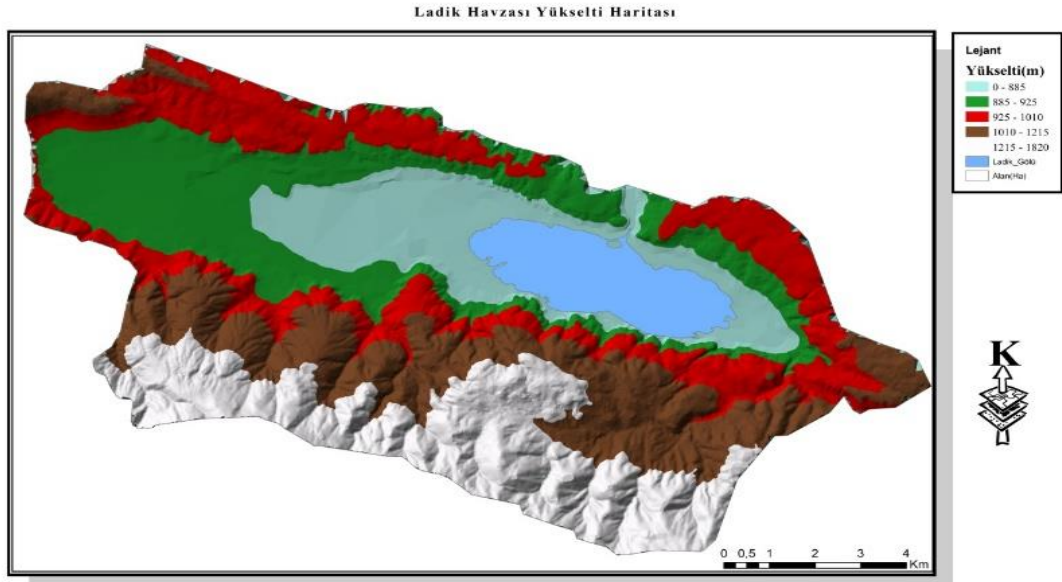
	Alan (ha)	Alan (%)
Düzlük	0	0
Kuzey	2887,0	20,5
Kuzeydoğu	2946,8	20,9
Doğu	1626,6	11,5
Güneydoğu	1077,4	7,7
Güney	1487,5	10,6
Güneybatı	1213,7	8,6
Batı	1032,0	7,3
Kuzeybatı	1812,0	12,9
Toplam	14083,0	100,0

4.1.1.4.Ortalama yükseklik

Ladik gölü su toplama havzasının en yüksek ve en alçak noktaları sırasıyla 1975,5 m ve 855.7 m, ortalama yüksekliği 1102 m'dir. Havzanın Güney kesimlerinde ortalama yüksekliğin daha fazla olduğu görülmektedir. (Şekil 4.5)

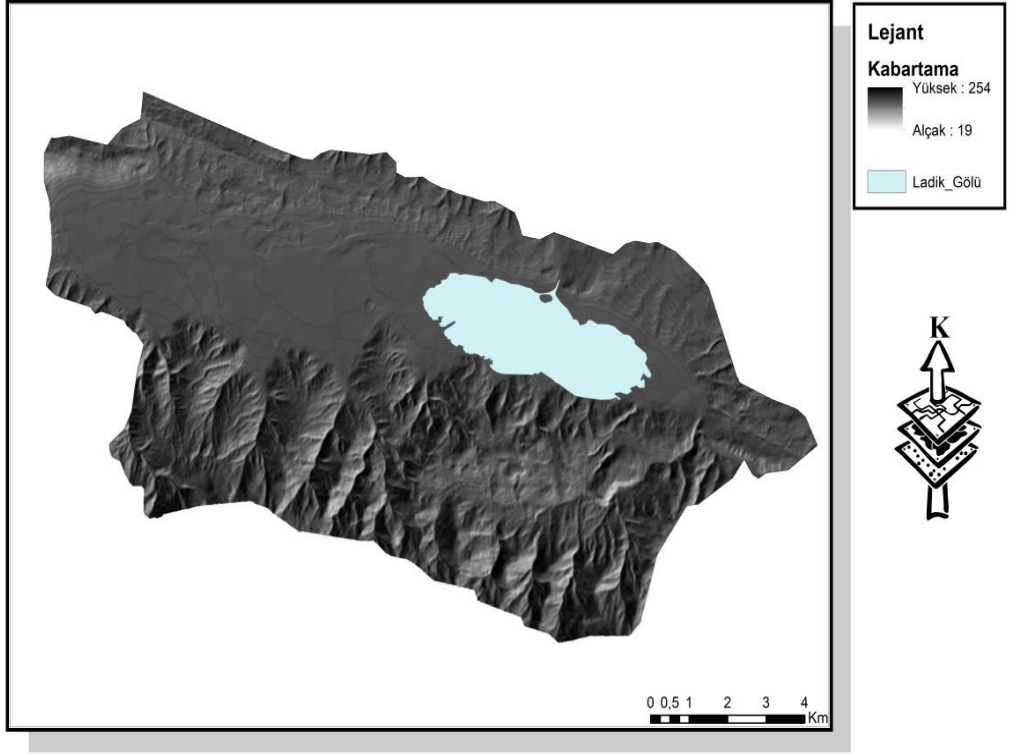
Çizelge 4.3: Ladik Gölü su toplama havzası yükseklik grupları ve alansal dağılımları

Yükseklik(m)	Alan (%)	Alan (ha)
855-900	26,4	3723,9
1000	25,7	3615,6
1100	11,1	1560,0
1200	9,5	1339,8
1300	7,9	1112,5
1400	5,0	709,8
1500	4,2	587,2
1600	3,2	450,0
1700	2,7	386,8
1800	2,4	338,3
1900	1,6	229,3
1975	0,2	29,8
Toplam	100,0	14083,0



Şekil 4.4: Ladik Havzası'nın ortalama yüksekliği

Ladik Havzası Kabartma Haritası



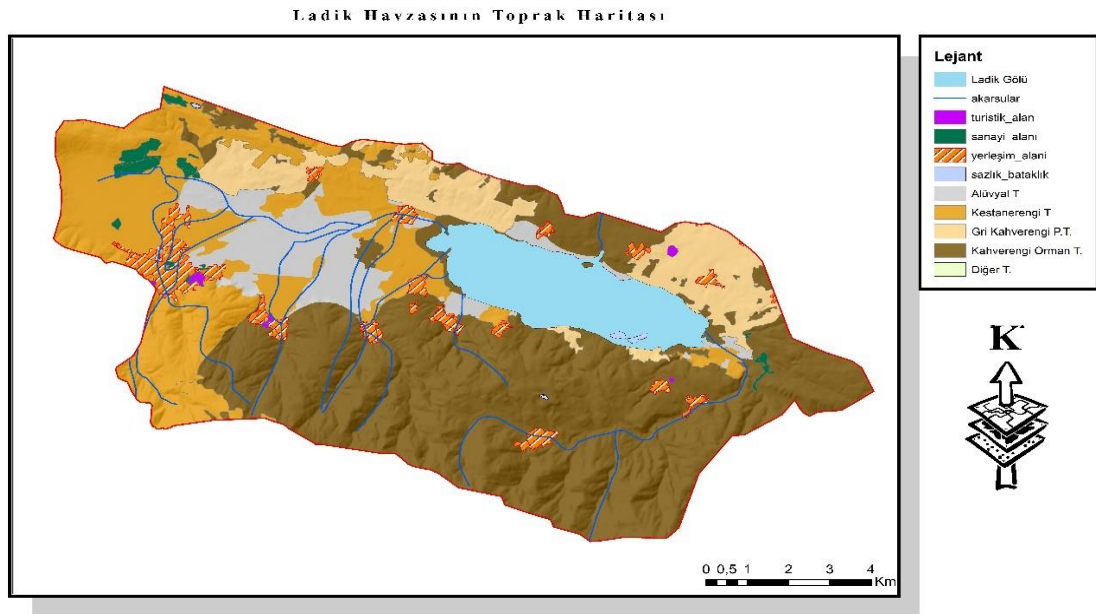
Şekil 4.5: Ladik Havzası'nın Jeomorfolojik Yapısı

4.1.2. Havza arazi kullanma ve toprak durumu

1999-2019 yılları arasındaki arazi kullanımındaki değişimler hektar ve % olarak Çizelge 4.4: 'de gösterilmiştir. Arazi kullanım sınıflandırması için her yılın Eylül ayına ait uydu görüntüsü kullanılmıştır. Lâdik gölü su toplama havzasında toplam arazi varlığının büyük kısmını ziraat alanları oluştururken (%42,1-52,1), ormanlık alanlar (%37,5-%43) ikinci sırada gelmektedir (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4 : Ladik gölü su toplama havzası arazi kullanım durumunun 1999-2019 yılları arasındaki değişimi (ha, %)

	Alan (ha)					Alan (%)				
	1999	2004	2009	2014	2019	1999	2004	2009	2014	2019
Su	646	746	753	451	772	4,6	5,3	5,3	3,2	5,5
Orman	5287	6053	5367	5964	5844	37,5	43,0	38,1	42,4	41,5
Ziraat	7333	6195	7272	5925	6171	52,1	44,0	51,6	42,1	43,8
İskan	815	1087	689	1741	1294	5,8	7,7	4,9	12,4	9,2



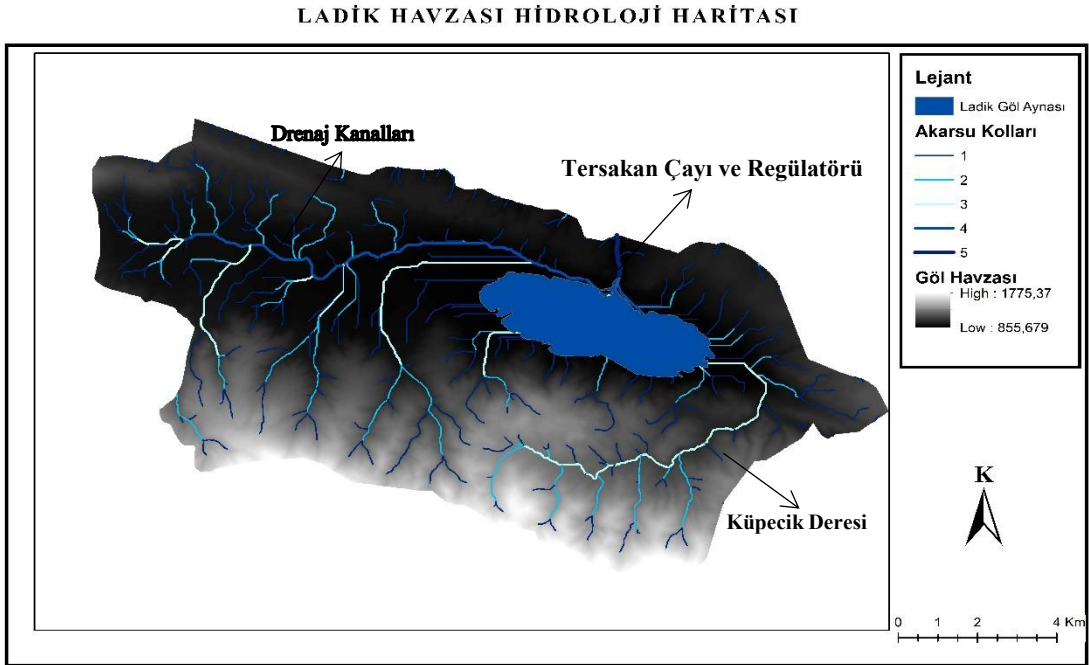
Şekil 4.6: Lâdik gölü su toplama havzası toprak haritası

Şekil 4.6 da arazinin toprak grupları gösterilmiştir. Dere yataklarının ve drenaj kanallarının alüvyal toprak tabakası üzerinden geçmesinden dolayı göl yatağının zamanla sediment ile dolmasına sebep olacağı düşünülebilir.

4.1.3. Havza hidroloji durumu

Ülkemizde bölümlendirilmiş büyük havza gruplarından Yeşilirmak Havzası altında bulunan ve Tersakan Çayı membasını oluşturan Ladik Gölü drenaj havzası, Tersakan Çayı ile Yeşilirmak nehrine bağlanmaktadır. Ladik Gölü drenaj alanının mansap ucu Tersakan Çayına regülatör vasıtası ile kontrollü boşalım sağlamaktadır. Ladik Gölünü doğudan Küpecik Deresi, güneybatısından Aşağıgölyazı Deresi ve Ladik İlçesi yerleşim yerinden ıslahı yapılmış ve drenajı oluşturulmuş yüzeysuyu akımından birleşen sular beslemektedir.

Gölün genel drenajı, yükseklik ve eğim verilerine baktığımızda gölün güneyindeki yükseltilerden (Karaömer Dağının kuzey yamaçları ve tepe noktaları) daha fazla beslendiği ve bu yükseltilerdeki yağış rejimine bağlı olarak gölün ana beslenme kaynaklarını oluşturduğu anlaşılmaktadır.

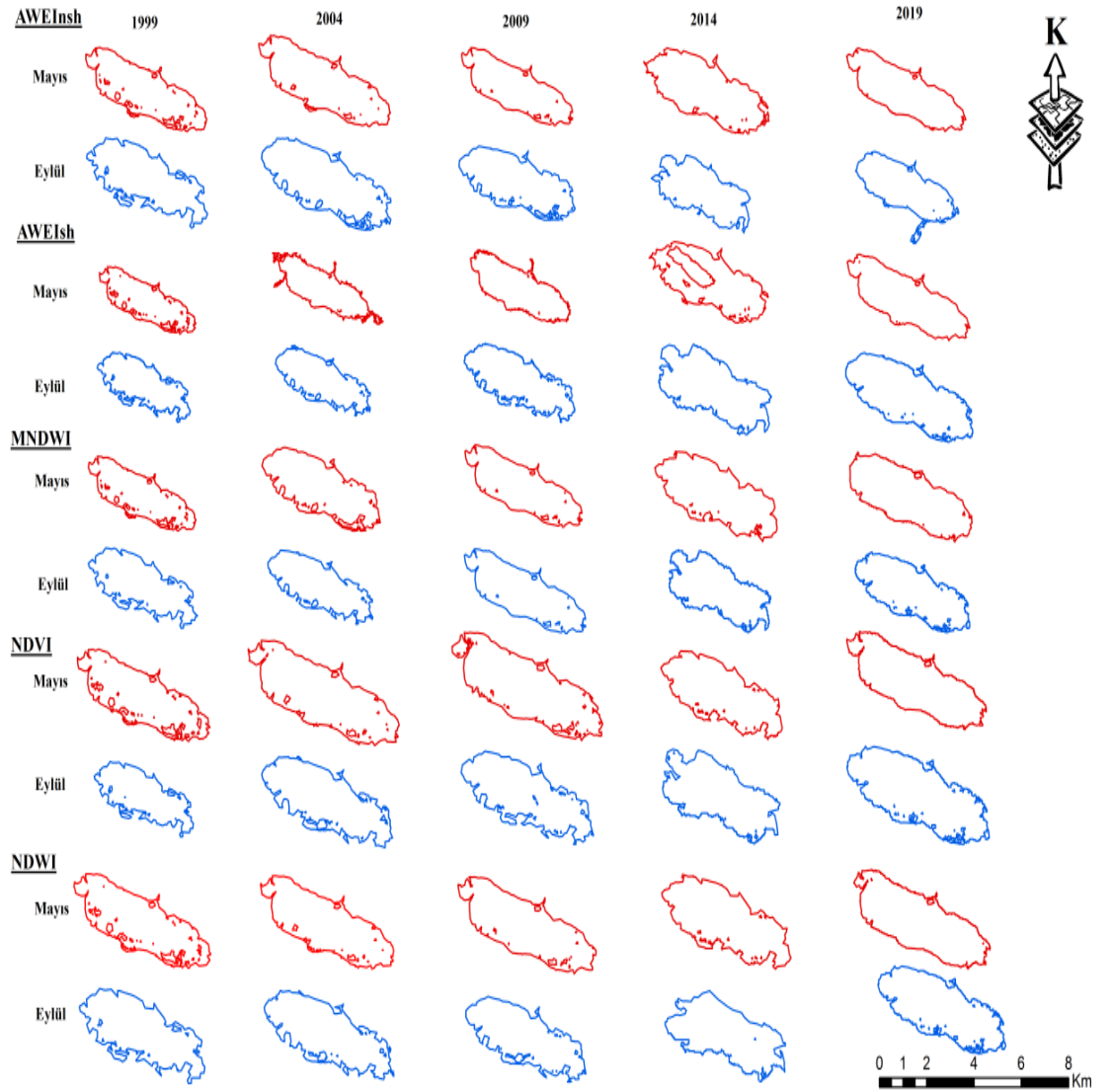


Şekil 4.7: Ladik gölü su toplama havzası hidroloji haritası

Çizelge 4.5. Ladik Gölünü Besleyen Akarsu ve Kolları

No: Ladik Gölünü Besleyen Akarsu ve Kolları

- 1 Numaralı Akarsular: Mevsimsel suları oluşturan drenaj kanalları
- 2 Numaralı Akarsular: Mevsimsel suların birleşimden dereler
- 3 Numaralı Akarsular: Çayları besleyen tali akarsular
- 4 Numaralı Akarsular: Tali akarsu ve gölü besleyen sular
- 5 Numaralı Akarsu : Tersakan Çayı ve regülatörü



Şekil 4.8: Ladik gölü havzası Alansal değişim ve değerlendirilmesi

Çizelge 4.6: 1999-2019 yılları arasında farklı indislerle belirlenen Ladik gölü yüzey alanının Mayıs ayı için değişimi

	AWEIsh	AWEInsh	MNDWI	NDWI	NDVI	Gözlemlenen
1999 (ha)	1128,89	1183,95	1176,61	1148,92	1131,05	1276
2004 (ha)	1407,03	1203,33	1204,92	1185,19	1166,18	1285
2009 (ha)	1384,23	1208,08	1207,53	1174,05	1120,51	1267
2014 (ha)	860	833,9	759,08	716,52	740,99	759,9
2019 (ha)	1252,64	1241,35	1032,62	1139,93	1181,68	1267
1999-2004 (%)	24,6	1,6	2,4	3,2	3,1	0,7
2004-2009 (%)	-1,6	0,4	0,2	-0,9	-3,9	-1,4
2009-2014 (%)	-37,9	-31,0	-37,1	-39,0	-33,9	-40,0
2014-2019 (%)	45,7	48,9	36,0	59,1	59,5	66,7
1999- 2019 (%)	11,0	4,8	-12,2	-0,8	4,5	-0,7

Yıllar arasında Eylül ayları arasındaki değişime baktığımızda 2019 yılında 1999 yılına göre göl yüzey alanında artış gerçekleştiği gözlemlenmiştir (Çizelge 4.6). 5'er yıllık dönemler halinde göl yüzey alanı değişimine baktığımızda 2014 yılında göl yüzey alanının çok fazla küçüldüğü ve 2019 yılında ise gölün kaybolan yüzey alanını tekrar kazandığı gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.7 : Ladik gölünün 1999,2004,2009,2014 ve 2019 yıllarının Eylül aylarındaki alansal değişimi

	AWEIsh	AWEInsh	MNDWI	NDWI	NDVI	Observed
1999 (ha)	683,34	655,39367	693,95	678,03	659,56	869,3
2004 (ha)	867,97	878,15	837,02	824,01	804,03	994
2009 (ha)	784,98	868,01	834,11	809,56	788,86	1008
2014 (ha)	500,65	546,91	486,74	406,88	472,69	394
2019 (ha)	921,55	1043	891,18	879,45	880,97	961,55
1999-2004 (%)	27,0	34,0	20,6	21,5	21,9	14,3
2004-2009 (%)	-9,6	-1,2	-0,3	-1,8	-1,9	1,4
2009-2014 (%)	-36,2	-37,0	-41,6	-49,7	-40,1	-60,9
2014-2019 (%)	84,1	90,7	83,1	116,1	86,4	144,0
1999- 2019 (%)	34,9	59,1	28,4	29,7	33,6	10,6

Göl alanının hem hesaplanan hem de gözlemlenen değerlere göre tüm yıllar için Mayıs aylarında daha fazla bir alana sahip iken Eylül aylarında göl yüzey alanında küçülme gerçekleştiği gözlemlenmiştir (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.8 : Ladik gölünün 1999,2004,2009,2014 ve 2019 yıllarının Mayıs ve Eylül ayları arasındaki % alansal değişimi

	AWEI _{sh}	AWEI _{nsh}	MNDWI	NDWI	NDVI	Gözlemlenen
1999	-39,5	-44,6	-41,0	-41,0	-41,7	-31,9
2004	-38,3	-27,0	-30,5	-30,5	-31,1	-22,6
2009	-43,3	-28,1	-30,9	-31,0	-29,6	-20,4
2014	-41,8	-34,4	-35,9	-43,2	-36,2	-48,2
2019	-26,4	-16,0	-13,7	-22,9	-25,4	-24,1

Lâdik Gölünün su yüzey alanını belirlemek için kullanılan indisler arasında RMSE ve % RMSE değerlerine göre AWEI_{nsh} en başarılı indis olmuştur (Çizelge 4.9). Su indisleri %9,12 ile 11,30 arasında değişen % RMSE değerleri ile su alanını belirlemede oldukça başarılı olmuşlardır.

Çizelge 4.9: Çalışmada kullanılan su çıkarma endekslerinin RMSE ve % RMSE değerleri

	Mayıs+Eylül		Mayıs		Eylül	
	RMSE	RMSE %	RMSE	RMSE %	RMSE	RMSE %
AWEI _{sh}	131,79	10,40	110,00	8,68	150,45	15,65
AWEI _{nsh}	115,56	9,12	70,35	5,55	147,51	15,34
MNDWI	131,89	10,41	122,28	9,65	140,84	14,65
NDWI	128,28	10,12	102,74	8,11	149,51	15,55
NDVI	143,18	11,30	113,34	8,95	167,80	17,45

İndislerin Mayıs ayı için alan belirleme başarılarına baktığımızda RMSE ve % RMSE değerlerine göre AWEI_{nsh} yine en başarılı indis olmuştur (Çizelge 4.9). Su indisleri % 5,55 ile 9,65 arasında değişen % RMSE değerleri ile su alanını belirlemede oldukça başarılı olmuşlardır.

İndislerin Eylül ayı için alan belirleme başarılarına baktığımızda RMSE ve % RMSE değerlerine göre bu kez MNDWI en başarılı indis olmuştur (Çizelge 4.9). Su indisleri % 14,65 ile % 17,45 arasında değişen % RMSE değerleri ile su alanını belirlemişlerdir.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

5.1. Tartışma

Vazgeçilmez bir kaynak olan suyun iklim değişikliği ile sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi günümüzde özellikle de kurak ve yarı kurak bölgelerdeki ülkelerde daha da önem kazanmaktadır. Su kaynaklarının iyi bir şekilde izlenmesi için sürekli izlenmeleri gerekmektedir. Ancak bu oldukça maliyetli olup, yüksek iş gücü gerektiren ve zaman alıcı bir iştir. Bu nedenle maliyeti az, daha az iş gücü gerektiren ve daha kısa sürede veri alabilmeyi sağlayan yöntemlere ihtiyaç duyulmaktadır.

Coğrafi bilgi sistemleri ve uzaktan algılama yöntemleri ile Landsat gibi ücretsiz ve uzun süreli uydu görüntülerine sahip kaynaklar bir arada kullanıldığında su kaynaklarının yüzey alanlarındaki değişimler kısa sürede ve hızlı bir şekilde belirlenebilmektedir.

Göl ve baraj gibi yüzey sularının alanlarında meydana gelen değişiklikleri tespit etmek için son yıllarda yapılan çalışmalarda farklı su alanı çıkarma indislerinin yardımı ile , farklı mekansal, spektral ve zamansal çözünürlüklerdeki uydu görüntüleri kullanılarak tespit edilebilmektedir (Li et al., 2013; Rokni et al., 2014; Wang et al., 2016).Ancak farklı su indislerinin performanslarını değerlendiren çalışmaların sayısı ise oldukça azdır (Zhai et al., 2015; Pipitone et al., 2018, Acharya et al., 2018).

Bu tez çalışmasında Samsun İlinin Ladik İlçesinde yer alan Ladik gölünde 1999-2019 yılları arasında meydana gelen değişim mevsimsel ve yıllar arasında olmak üzere ortaya konmaya çalışılmıştır. Ayrıca kullanılan su indislerinin performansları istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca 1999-2019 yılları arasında göl çevresindeki arazi kullanımında meydana gelen değişimler de CBS ve UA yöntemleri ile ortaya konmuştur.

$AWEI_{nsh}$ indeksi tüm görüntüler bir arada değerlendirildiğinde ve Mayıs aylarına ait görüntüler arasında değerlendirildiğinde istatistiki olarak en başarılı indeks olarak belirlenmiştir. Bunun nedeni bu indeksin görüntüler üzerindeki gölge etkisini gidermede

daha başarılı olmuş olması olabilir (Feyisa et al.,2014). Seçilen tarihlerde kar ve buz olmaması ve yine göl etrafında şehir alanlarının bulunmaması da bu indisin performansını arttırmış olabilir.

Öte yandan Eylül ayı görüntüleri arasında ise RMSE değerleri birbirine yakın olmakla beraber MNDWI indeksi daha başarılı olmuştur. Nitekim Zhai et al., 2015, yaptıkları çalışmada MNDWI'ın daha başarılı olduğunu bulmuştur. Eylül ayında suların çekilmesi ile sucul bitkiler, kuruyan alanlardaki göl tabanı diğer indekslerin başarısını düşürmüştür olabilir.

Literatürdeki benzer çalışmalarda başarılı sonuçlar veren NDWI indeksi bu çalışmada genelde ve Mayıs ayı için 2. En başarılı indeks olmuştur. Çalışmalarda kullanılan uydu sensörlerinin farklı olması, farklı zamanlara ve lokasyonlara ait olması NDWI indeksinin performansını etkileyen sebepler olabilir (Sarp ve Özçelik, 2017; Zhou et al., 2017). Ayrıca göl su toplama havzasında iskan alanlarının bulunması ve bu alanlardan gelen sinyalleri NDWI'ın yeterli derecede baskılayamaması da düşük performansın bir diğer nedeni olabilir (Xu.,2006).

Göl su toplama havzasının büyük kısmı tarım arazilerinden oluşmaktadır. Bu bulgu da göl suyunun sulama amaçlı kullanıldığını desteklemektedir. Ayrıca Mayıs ve Eylül arasındaki alansal farklılıkların da daha çok sulama ile ilgili olabilir. Göl suyu ile yaklaşık 88.000 dekarlık arazi sulanmakta olup sulama mevsimi öncesinde su düzeyi yükseltilmekte ve ihtiyaca göre akan su miktarı regülatör vasıtasıyla azaltılıp çoğaltılabilmektedir. Ladik gölü, yağmur ve kar sularının biriktirilerek tarımda sulamada kullanılması amacı ile baraj gölü haline döndürülmüştür. Ancak erozyon sebebi ile göl tabanının dolması ve aşırı su çekimi sebebi ile yıllar içinde göldeki su derinliği azalmış ve özellikle 2009-2014 yılları arasında gölün yüzey alanı azalmıştır.

Gölün su seviyesinde 1999 ile 2019 yılları arasında alansal değişimin az olduğu gözlemlenmiştir ancak yıllar içerisinde gölün baraj haline getirilmesi, bu yıllar arasında meydana gelen kurak dönemler ve aşırı su kullanımı gibi nedenler ile göl bu yıllar

içinde kuruma noktasına kadar gelmiş ve içindeki biyolojik çeşitlilik ve gölün önemli bir özelliği olan yüzer adalar bu durumdan zarar görmüştür. Yine 1999-2009 yılları arasında aşırı su kullanımının olmadığı ve su bütçesini dikkate alan su kullanımı sonucu gölün yüzey alanında büyük değişiklikler olmadan varlığını sürdürdüğünü göstermiştir. 2009 yılından sonra özellikle sulama amaçlı aşırı su kullanımı göl yüzey alanında küçülmeye yol açmıştır. DSİ tarafından verilen verilerde su bütçesi ile ilgili veri olmaması ve meteorolojik verilerin yetersiz olması sebebi ile göl yüzeyindeki değişimler ile ilgili yorumlar kısıtlı olmuştur. Gölün çevresindeki meteoroloji istasyonlarından sağlıklı veri alınmadığı için meteorolojik veriler üzerinden sağlıklı bir yorum yapma şansı bulunmamaktadır. Elimizdeki veriler 2014-2019 yılları arasında gölde alansal bir artış olduğunu göstermek ile, göl ile ilgili basında çıkan haberlerden 2018 yılı sonuna kadar gölde su seviyesinin oldukça düşük olduğu (Yaklaşık 80 cm) belirlenmiştir. Devlet Su İşleri 7. Bölge Müdürlüğünden alınan bilgiye göre 2019 yılında Nisan ayında meydana gelen yağışlar ile gölün su seviyesinde artış meydana gelmiştir. Yine 2017 yılında yapılan Sulak alan yönetim planının da gölün korunması ile ilgili farkındalığı arttırması ve gerekli önlemlerin alınmaya başlaması ile su seviyesinde artışın meydana geldiği düşünülebilir. Nitekim 2019 yılı için Mayıs ve Eylül ayları arasındaki fark önceki yıllara göre daha az olarak tespit edilmiştir.

Göl yüzey alanındaki yıl içindeki ve yıllar arasındaki değişim balık faunasını da olumsuz etkileyebilir. Mevsimsel olarak gölün genişleyen alanlarında balıkların yavruları, aynaya ulaşmadan su çekilmeye başladığı için büyük oranda zarar görebilir. Yine su seviyesindeki azalma ile kuşların yuva yaptığı yüzer adalar su seviyesinin düşmesi ile dibe çöküp kuşların üremelerine olumsuz etki yapabilir. Bu nedenle iklimsel değişimi ve su çekimini de hesaba katan gölün sürdürülebilir su seviye kotunun ivedilikle belirlenmesi gerekmektedir.

Havza arazi kullanma durumunun göldeki su varlığına göre değişim gösterdiği gözlemlenmiştir. 2009-2014 yılları arasında göl alanının azalması ile tarım alanlarında azalma, ormanlık alanda ise artma görülmüştür. Suyun arttığı 1999-2004 arası dönemde

ise iskan alanları artmıştır. Yine kurak geçen 2014-2019 arası dönemde iskan alanlarında düşüş gözlemlenmiştir. Görüldüğü üzere gölün varlığı alandaki yerleşim durumunu doğrudan etkilemektedir. İnsanlar tarlaları için sulama suyu bulamazlar ise alanı terk etmektedirler. Yine tarım alanı varlığının suyun yanında orman varlığına da zarar verdiği görülmektedir. Tarım alanlarının arttığı yıllarda ormanlık alanlar azalmaktadır. Muhtemelen insanlar yeni tarım arazileri kazanmak için ormanlık alanlara zarar vermektedirler.

Gölü koruma amaçlı olarak göl çevresinin ağaçlandırılması tarım alanlarının olumsuz etkisini azaltmak için bir çözüm olarak düşünülebilir.

5.2. Sonuç ve Öneriler

Ladik gölü su seviyesinde yıl içinde Mayıs ve Eylül aylarında meydana gelen göl alan değişimleri, göl sularının sulama amaçlı kullanımına karşı hassas olduğunu ve aynı yıl içerisinde bile göl yüzey alanında ciddi azalmalar olduğunu göstermiştir. Yine su bütçesinin dikkate alındığı yıllarda göl yüzey alanında önemli değişiklikler olmaz iken aşırı su kullanımının olduğu ve su kullanımının iyi yönetilemediği yıllarda gölün kuruma tehlikesi ile karşı karşıya kaldığı anlaşılmıştır. İnsan kaynaklı su seviyesindeki değişikliklerin giderilmesi ve bu doğal özelliğinin korunması önem taşımaktadır. Bu nedenle gölün sağlıklı bir ekosisteme sahip olması ve biyolojik çeşitliliğinin korunması için su seviyesinin düzenli takip edilip, su bütçesinin meteorolojik değişimlerle su kullanımını dikkate alarak düzenli hesaplanması ve havzada su kullanımının kontrole bağlanması ve sulama projelerinin bu bilgilere göre düzenlenmesi gerekmektedir.

Gölün sürdürülebilir bir şekilde kullanımının sağlanması için tarım arazilerinin kontrol edilmesi ve ormanlık arazilere zarar verilmemesi sağlanmalıdır.

Ayrıca alanda tarım arazilerinin fazla olması yöre halkının geçimini daha çok tarım ile sağladığını göstermektedir. Bu nedenle yapılacak yönetim planlarında yöre halkına

sulakalanın öneminin ve sorunlarının anlatılarak katılımcı bir şekilde yönetim planına dahil olmaları ve sulakalana zarar verecek tarımsal uygulamalardan kaçınmalarını sağlamak gereklidir.

Gölde sediment birikiminin fazla olmasının gölün su tutma kapasitesini olumsuz etkilediği ve su ile kaplı alanların azalmasına yol açtığı bilinmektedir. Gölün güncel bir batimetri haritasının çıkarılarak aktif (su ile kaplı kısım) ve ölü hacmin (sediman ile kaplı kısım) belirlenmesi gölün su tutma kapasitesinin daha net olarak belirlenmesi açısından önemlidir. Ayrıca sediment birikiminin nedenlerinin belirlenip gerekli yönetim tedbirlerinin de ivedilikle alınması gereklidir.

Sonuç olarak bu çalışmada kullanılan su indislerinin mevsimsel alansal değişimin yüksek olduğu Ladik gölü gibi göllerde su yönetiminin sürdürülebilir bir şekilde yapılabilmesi ve göldeki değişimlerin gözlenebilmesi için kullanılacak hızlı, ekonomik ve pratik bir metot olarak kullanılacağı söylenebilir.

6. KAYNAKLAR

- Acharya et al. (2018). Evaluation of Water Indices for Surface Water Extraction in a Landsat 8 Scene of Nepal. *Sensors*, 4th .
- Apaydın Yağcı, M., Yılmaz,, S., & Yazıcıoğlu, O. (2015). The zooplankton composition of Lake Ladik (Samsun, Turkey). *Turkish Journal of Zoology*, 652-659.
- Arcgis. (2019). <https://www.esri.com.tr/>. <https://www.esri.com.tr> web sitesi: [https://www.esri.com.tr/tr-tr/arcgis-hakkinda/deneme adresinden alınmıştır](https://www.esri.com.tr/tr-tr/arcgis-hakkinda/deneme-adresinden-alinmistir)
- Bulut, İ. (2012). *Türkiye'nin yüzen adaları*.
- Çepel, N. (1986). Barajların Yukarı Yağış Havzaları İçin Arazi Kullanım Planlamasının Ekolojik Esasları. *İ.Ü Orman Fakültesi Dergisi*, 17-27.
- Deng et al. (2017). Spatio-Temporal Change of Lake Water Extent in Wuhan Urban Agglomeration Based on Landsat Images from 1987 to 2015. *Remote Sensing*, 270.
- Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü. (tarih yok). Ankara: DSİ.
- Du et al. (2012). Estimating surface water area changes using time-series Landsat data in the Qingjiang River Basin, China. *2012 Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers* .
- Feyisa et al. (2014). Automated Water Extraction Index: A new technique for surface water mapping using Landsat imagery. *Remote Sensing of Environment*, 23-35.
- Googleearth Pro. (2019). Googleearth web sitesi. adresinden alınmıştır
- Gülci ve ark. (2019). Aslantaş Baraj Gölü ve Çevresinin Su Yüzey Alanı ve Arazi Örtüsü Değişiminin Landsat Uydu. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 100-110.
- Günel, N., & Özdemir, Y. (2010). Çok Zamanlı Landsat Uydu Görüntüleri Kullanılarak Neyriz. Gebze – KOCAELİ: III. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu.
- Jin-Ming et al. (2019). Temporal-spatial variations and influencing factors of Lakes in inland arid areas from 2000 to 2017: a case study in Xinjiang. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 519-543.
- Kaplan ve ark. (2016). LANDSAT UYDU GÖRÜNTÜLERİ KULLANILARAK KURAKLIK. 6. UZAKTAN ALGILAMA-CBS SEMPOZYUMU (UZAL-CBS 2016), 535-540.

- Liu et al. (2018). Temporal-spatial variations and influencing factors of vegetation cover in Xinjiang from 1982 to 2013 based on GIMMS-NDVI. *Global and Planetary Change*, 145-155.
- Lu et al. (2013). Lake water volume calculation with time series remote-sensing images. *International Journal of Remote Sensing*.
- Ma et al. (2007). Change in area of Ebinur Lake during the 1998–2005 period. *International Journal of Remote Sensing*.
- MARAŞLIOĞLU, F. (2001). *An investigation on phytoplankton and algae*. Samsun: MSc, Ondokuz Üniversitesi.
- Maraşlıoğlu, F., Soylu, E. N., & Gönülol, A. (2013). Seasonal Variation and occurrence of algal turf community in lake Ladik . *Journal of Environmental Biology*, 107-111.
- McFeeters, S. K. (1996). The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features. *International Journal of Remote Sensing*.
- McFeeters, S. K. (2013). Using the normalized difference water index (NDWI) within a geographic information system to detect swimming pools for mosquito abatement: A practical approach. *Remote Sensing (Basel)*, 5, 3544–3561. .
- Mutlu ve ark. (2020). Akşehir gölü zamansal değişiminin bant oranlama yöntemleri ile belirlenmesi. *Türkiye Uzaktan Algılama Dergisi*, 22-28.
- Özelkan, E. (2019). Uzaktan Algılama ile Belirlenen Baraj Gölü Alanının Zamansal Değişiminin Meteorolojik Kuraklık ile Değerlendirilmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*.
- Özhan, S. (2004). *Hazvza Amenajmanı*. İstanbul: İ.Ü Orman Fakültesi Yayınları.
- Pipitone C. et al. (2018). Monitoring Water Surface and Level of a Reservoir Using Different Remote Sensing Approaches and Comparison with Dam Displacements Evaluated via GNSS. *Remote Sensing(Basel)*, 10,71.
- Polat, N., Yazıcıoğlu, O., Saygın , S., Yılmaz , S., & Zengin, M. (2015). Relationships Between Opercle Dimensions and Total Length of European Perch (*Perca fluviatilis* L., 1758) Inhabiting Lake Ladik. *Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research* , 63-67.
- Polat, R. Y. (2014). Ladik Gölü (Samsun, Türkiye)'ndeki kızılkanat balığı (*Scardinius erythrophthalmus* L., 1758) populasyonunda en güvenilir yaş tayini yönteminin belirlenmesi. *Su Ürünleri Dergisi*, 27-33.
- Rokni et al. (2014). Water Feature Extraction and Change Detection Using Multitemporal Landsat Imagery. *Remote Sensing*, 4173-1179.
- Rouse et al. (1973). Monitoring The Vernal Advancement And Retrogradation (Green Wave Effect). *Texas A&M University Remote Sensing Center*.

- Sarp, G., & Ozcelik, M. (2017). Water body extraction and change detection using time series: A case study of Lake Burdur, Turkey. JTUSCI içinde, *Journal of Taibah University for Science* (s. 381-391). Burdur.
- Savaş Yılmaz, O. Y. (2015). Relationships between fish length and otolith size for five cyprinid species from Lake Ladik, Samsun, Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 438-446.
- Selma Uğurlu, N. P. (2009). Changes in the Lake Ladik fish community. *Turkish Journal of Zoology*, 393-401.
- Uğurlu, H. S. (2003). An investigation on fish fauna in Lake Simenit (Terme-Samsun). *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 485-494.
- USGS. (2019, 11 15). Science For a Changing World: <https://earthexplorer.usgs.gov/> adresinden alınmıştır
- Wang, X., Zhou, A., & Sun, Z. (2016). Spatial and Temporal Dynamics of Lakes in Nam Co Basin, 1991–2011. *Journal of Earth Science*, 27(1), 130–138.
- Xu, H. (2006). Modification of normalised difference water index (NDWI) to enhance open water features in remotely sensed imagery. *International Journal of Remote Sensing*, 27, 3025–3033.
- Yağcı, M. A., Yılmaz, S., & Yazıcıoğlu, O. (2015). The zooplankton composition of Lake Ladik (Samsun, Turkey). *Turkish Journal of Zoology*, 652-659.
- Yazıcı, R., Yılmaz, S., Yazıcıoğlu, O., & Polat, N. (2014). Ladik Gölü (Samsun, Türkiye)'ndeki kızılkanat balığı (*Scardinius erythrophthalmus* L., 1758) popülasyonunda en güvenilir yaş tayini yönteminin belirlenmesi. *Su Ürünleri Dergisi*, 27-33.
- Yılmaz, S., Yazıcıoğlu, O., Yazıcı, R., & Polat, N. (2015). Relationships between fish length and otolith size for five cyprinid species from Lake Ladik. *Turkish Journal of Zoology*, 438-446.
- Zhai K et al. (2015). Comparison of surface water extraction performances of different classic water indices using OLI and TM imageries in different situations. 32-42.
- Zhou et al. (2017). Open Surface Water Mapping Algorithms: A Comparison of Water-Related Spectral Indices and Sensors. *Water*, 256.

7. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Bekir KILIÇ

Doğum Yeri :Sorgun

Doğum Tarihi : 15.07.1987

Medeni Hali : Evli

Adres :Yenidoğan Mah. Fatih 4. Sok. Okur Apt.

No:16a/5 Talas/KAYSERİ

Tel : 5078681866

E-posta :bekir.kilic@ailevecalisma.gov.tr

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Sorgun Lisesi (2005)

Lisans : Hacettepe Üniversitesi(2013), Anadolu Üniversitesi(2013)

Yüksek Lisans : Karatekin Üniversitesi (2020)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl

Aile Çalışma ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı (2011)

Yayınlar :

- Bekir Kılıç, Özen, A., 2018. Ladik Gölü Çevre Sorunları ve Çözüm Önerileri (Sözlü Bildiri). 1st International Eurasian Conference on Science, Engineering and Technology (EurasianSciEnTech 2018),November 22-23, 2018 ,Ankara TURKEY.
- Bekir Kılıç, Özen, A., 2018. Ülkemizdeki Baraj ve Göletlerin Hidrolojik Bazı Özelliklerinin Tespit Edilmesinde ve Yönetiminde CBS ve UA Yöntemlerinin Kullanılması (Sözlü Bildiri). 1st International Eurasian Conference on Science, Engineering and Technology (EurasianSciEnTech 2018),November 22-23, 2018 ,Ankara TURKEY.

